

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

DEUTSCHLAND

DE 41 02 769 C 2

B 60 C 23/02

B 60 T 8/32

B 60 K 28/16



DEUTSCHES

PATENTAMT

- (21) Aktenzeichen: P 41 02 769.8-32  
(22) Anmeldetag: 31. 1. 91  
(43) Offenlegungstag: 6. 8. 92  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 9. 11. 95

*Handwritten notes:*  
Bewilligung des Patents  
am 9. 11. 95  
von dem Patentamt

DE 41 02 769 C 2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

## (73) Patentinhaber:

TEMIC TELEFUNKEN microelectronic GmbH, 74072  
Heilbronn, DE

## (72) Erfinder:

Walter, Willibald, Dipl.-Inform., 8507 Unterachbach,  
DE; Doerfler, Reiner, Dr., 8500 Nürnberg, DE;  
Hettich, Gerhard, Dr., 8501 Dietenhofen, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE	38 35 236 A1
DE	37 38 914 A1
DE	36 30 116 A1
DE	34 46 248 A1
DE	34 13 209 A1
DE	32 36 520 A1
DE	32 32 919 A1
DE	29 05 931 A1
GB	22 26 434 A
US	48 76 528
US	37 07 701
US	36 91 524

## (54) Verfahren zur Luftdruckkontrolle von Kraftfahrzeugreifen

DE 41 02 769 C 2

Die Erfindung betrifft ein Verfahren gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 wie es aus der US 4 876 528 bekannt ist.

Der richtige Luftdruck von Kraftfahrzeugreifen ist entscheidend für die Fahrsicherheit und die Reifenhaltbarkeit; selbst kurzzeitiges Fahren mit einem zu niedrigen Luftdruck schädigt den Reifen dauerhaft, zudem ist Luftdruckmangel eine häufige Unfallursache.

Da selbst erfahrene Autofahrer falsche Reifendrücke — beispielsweise einen extremen Luftdruckverlust — nicht bemerken, werden aus Sicherheitsgründen bei manchen Kfz-Typen Systeme zur Kontrolle des Reifendrucks eingesetzt; diese verwenden einen in die Felge des Kfz-Rads integrierten Drucksensor, der bei einem Druckverlust anspricht. Problematisch hierbei ist jedoch die Informationsübertragung von der drehenden Felge auf die feststehende Fahrzeugkarosserie; darüber hinaus sind derartige Systeme mit relativ hohen Kosten verbunden.

Bei dem eingangs genannten gattungsbildenden Verfahren wird die Messung des Reifenluftdrucks beim Einfluß von Störgrößen abgeschaltet, beispielsweise wenn die Längsbeschleunigung größer als 0,03 g, wenn die Querschleunigung größer als 0,03 g ist oder wenn eine Bremsung erfolgt.

Des weiteren ist aus der DE 38 35 236 A1 eine Schaltungsanordnung zur Reifendruck- und Temperaturüberwachung bekannt, bei der als Eingangssignale der Reifendruck und die Temperatur, jedoch nicht die Raddrehzahlen verarbeitet und ausgewertet werden.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, das gattungsgemäße Verfahren zur Luftdruckkontrolle von Kraftfahrzeugreifen so weiterzuentwickeln, daß ein unzulässiger Luftdruck in einem oder mehreren der Kraftfahrzeugreifen — auch beim Vorhandensein von Störgrößen oder Störeinflüssen — sicher erkannt wird.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale im Kennzeichen des Anspruchs 1 gelöst.

Vorteilhafte Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Verfahrens ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, daß der Luftdruck im Kraftfahrzeugreifen den Abrollumfang und damit auch dessen Drehzahl beeinflusst, so daß umgekehrt auch der Luftdruck aus der Raddrehzahl bestimmt werden kann; Störeinflüsse oder Störgrößen, die den Nutzeffekt überlagern, werden dabei sukzessive mit Hilfe geeigneter Modellannahmen und zusätzlichen externen fahrzeugspezifischen Meßgrößen eliminiert. Die notwendige Raddrehzahl-Information kann entweder mittels eines Raddrehzahlfühlers oder -sensors gewonnen und von einer als Mikroprozessor oder Microcontroller ausgebildeten zentralen Recheneinheit verarbeitet werden, oder es können — beispielsweise bei ABS- oder ASR-Systemen — bereits vorhandene Konfigurationen mit verwendet werden.

Beim vorgestellten Verfahren zur Luftdruckkontrolle von Kraftfahrzeugreifen wird die Raddrehzahl-Information zur Bestimmung eines unzulässigen Luftdruckes (beispielsweise eines mangelnden Luftdruckes) in einem oder mehreren der Kraftfahrzeugreifen eingesetzt (da eine Abnahme des Luftdrucks in einem der Kraftfahrzeugreifen zu einer Verringerung des Abrollumfangs führt und sich dadurch dessen Drehzahl erhöht, kann aus dieser Drehzahländerung der Luftdruckverlust ermittelt werden). Durch die Auswertung einer mindestens eine Modellannahme enthaltenden Kontrollfunk-

tion (diese berücksichtigt Drehzahlunterschiede aufgrund von Kurvenfahrten) ist eine Aussage darüber möglich, ob ein unzulässiger Luftdruck (Luftdruckverlust) in einem oder mehreren der Kraftfahrzeugreifen aufgetreten ist oder nicht, wobei dies bei beliebigen Kraftfahrzeugen möglich ist (beliebige Achsenzahl bzw. Reifenzahl, beliebiger Antriebsart: Heckantrieb, Frontantrieb oder Allradantrieb); durch ein in Abhängigkeit der Größe der Kontrollfunktion gebildetes Ausgangssignal wird der momentane Status der Reifen — beispielsweise mittels einer geeigneten optischen oder akustischen Anzeige — dem Fahrer des Kraftfahrzeugs übermittelt. Bei Bereitstellung und Verarbeitung von zusätzlichen Annahmen (Geradeausfahrt zum Ausgleich von Fertigungstoleranzen) von zusätzlichen fahrzeugspezifischen Meßgrößen (beispielsweise Lenkwinkel, Beladung, Beschleunigung, Absolutgeschwindigkeit) mittels weiterer Sensoren — beispielsweise Beschleunigungssensoren, Lenkwinkelsensoren oder Beladungssensoren — kann die Kontrollfunktion abgeändert werden; hierdurch sind genauere Aussagen bzw. Schlußfolgerungen über den Luftdruck in den Kraftfahrzeugreifen möglich.

Das Verfahren zur Luftdruckkontrolle von Kraftfahrzeugreifen soll nachstehend anhand eines Ausführungsbeispiels erläutert werden; dabei wird das Verfahren für ein zweiaxsiges Kraftfahrzeug beschrieben, dessen schematischer Aufbau mit den wesentlichen Komponenten in der Figur dargestellt ist.

Die Drehzahlen der einzelnen Räder (VR, VL, HR, HL) an den beiden Achsen des Kraftfahrzeugs werden von den Drehzahlühlern 2 oder Drehzahlsensoren erfaßt und über Sensorleitungen 3 einem Microcontroller 6 als zentrale Recheneinheit zugeführt, der die Auswertung der Daten vornimmt und den zeitlichen Ablauf mittels des Timers 4 steuert. Bei der Feststellung eines zu niedrigen Luftdrucks in einem Kraftfahrzeugreifen 1 wird die optische Anzeigeeinheit 5 aktiviert, die beispielsweise wie die Öldruck-Kontrolleuchte oder Generator-Kontrolleuchte im Armaturenbrett integriert werden kann. Falls im Kraftfahrzeug bereits ASR- oder ABS-Verfahren zur Verfügung stehen, können deren Sensoren und Mikroprozessoren durch das Verfahren zur Luftdruckkontrolle übernommen werden.

Ein Druckverlust von beispielsweise 0,5 bar in einem Kraftfahrzeugreifen 1, verursacht wegen einer Verringerung des Abrollumfangs eine Drehzahländerung von 0,2 bis 0,3%; dieser Effekt wird jedoch von Störeffekten überlagert, die wesentlich größere Drehzahländerungen bewirken. Da durch die Raddrehzahl-Information von vier Rädern vier Informationsquellen bzw. vier Gleichungen für eine unbekannte Größe (Luftdruckänderung) zur Verfügung stehen, lassen sich die nachstehend aufgeführten Störeffekte weitgehend eliminieren:

— Aufgrund von Fertigungstoleranzen der Kraftfahrzeugreifen 1 — der statische Umfang eines Kraftfahrzeugreifens 1 kann um bis zu 5% schwanken — sind unterschiedliche dynamische Radumfänge und damit unterschiedliche Drehzahlen möglich. Diese dynamischen Radumfänge bzw. die Verhältnisse der einzelnen Radumfänge können mittels einer Eichfahrt, die mit korrekt eingestelltem Luftdruck bei einer Geradeausfahrt durchgeführt werden muß, ermittelt und in der Recheneinheit gespeichert werden.

— Bei einer Kurvenfahrt ergibt sich eine Drehzahl-differenz zwischen den kurveninneren und den kurvenäußeren Rädern; beispielsweise beträgt diese

bei einem Kurvenradius von 20 m für das kurveninnere Rad und einer Spurweite von 1,6 m bereits 8%. Diese Störgröße Kurvenfahrt wird durch einen Drehzahlvergleich der Räder auf der rechten und der linken Fahrzeugseite eliminiert: mittels eines Kurvenmodells — die Räder können aufgrund der Achsgeometrie nur in einer bestimmten Stellung zueinander stehen — werden die Kurvenradien dreier Räder als Funktion des vierten Rades ausgedrückt. Die drei Radiengleichungen können zu zwei Radfrequenzgleichungen transformiert werden. Das beschriebene Kurvenmodell wird jeweils für einen Zeitbereich ausgewertet. Die Zeitbereiche müssen derart klein gewählt werden, daß die Radien als Konstanten (Kreisfahrt) oder als unendlich groß (Geradeausfahrt) betrachtet werden können. — Der Schlupf an den Rädern — diese Größe hängt beispielsweise von der Fahrweise, dem Straßenzustand, der Witterung ab — bewirkt in der Regel Raddrehzahlunterschiede von ca. 1–2%, wobei jedoch auch Werte von mehr als 10% auftreten können. Daneben gibt es noch weitere Effekte — wie unterschiedliche Beladung, Spur-, Sturz- oder Radstandsänderungen — mit geringem Einfluß auf die Drehzahlverhältnisse. Die durch Schlupf oder beispielsweise unterschiedliche Beladungen der Achsen bedingten Raddrehzahlunterschiede an den einzelnen Achsen werden durch Einführung eines Parameters kompensiert. Die Elimination dieses Parameters reduziert das Gleichungssystem mit zwei Gleichungen auf eine Gleichung. Bei dem soeben beschriebenen Konzept wird vorausgesetzt, daß die Störgrößen Schlupf, Radlasteinfluß, ... achsweise gleich sind; damit kann auch das gleichzeitige Auftreten von Druckverlusten bei Kraftfahrzeugreifen an einer Achse von diesem Verfahren nicht festgestellt werden.

Durch Elimination der Störgrößen erhält man eine Funktion, die nur noch von einem einzigen Parameter abhängt ("Kontrollparameter" als Variable einer Kontrollfunktion); diese Funktion kann gemessen werden, wobei anhand deren Betrag entschieden wird, ob ein Luftdruckverlust vorliegt oder nicht:

- liegt die Kontrollfunktion unterhalb eines vorgegebenen — empirisch bestimmten — Schwellwerts, ist der Luftdruck in Ordnung
- falls die Kontrollfunktion längere Zeit Werte oberhalb des Schwellwerts annimmt, kann auf einen Luftdruckverlust in einem oder mehreren (Platten) geschlossen werden.

Durch Berücksichtigung weiterer Informationen mittels weiterer Sensoren — Lenkwinkelsensor, Beschleunigungssensor, Beladungssensor etc. — stehen eine zusätzliche Informationsquelle bzw. Gleichung zur Verfügung, so daß in einer Erweiterung des Verfahrens auch das betreffende Rad mit dem verminderten Luftdruck ermittelt werden kann. Um einzelne Ausrutscher oder Spitzen in der Kontrollfunktion zu eliminieren — diese treten vorzugsweise durch kurzzeitiges extremes Schlupfverhalten auf — wird eine geeignete Filterung (Mittelung) durchgeführt, wobei beispielsweise eine sogenannte Medianfilterung eingesetzt werden kann. Umgekehrt kann, falls die Kontrollfunktion längere Zeit zu hohe Werte liefert, die nicht mit Druckverlust erklärbar

sind, auf extremes Schlupfverhalten geschlossen werden; dazu kann ein zusätzlicher Schwellwert definiert werden, bei dessen Überschreiten eine weitere Warnlampe zur Anzeige des extremen Schlupfverhaltens aktiviert werden kann.

## Patentansprüche

### 1. Verfahren zur Luftdruckkontrolle von Kraftfahrzeugreifen, wobei:

- a) die Drehzahlen aller Räder des Kraftfahrzeugs gemessen und einer zentralen Recheneinheit (6) als Eingangssignale zur Verarbeitung zugeführt werden,
- b) von der zentralen Recheneinheit (6) die zugeführten Eingangssignale zu einer Kontrollfunktion verarbeitet werden,
- c) ein Ausgangssignal abgegeben wird, wenn die Kontrollfunktion einen vorgegebenen Schwellwert überschreitet,

dadurch gekennzeichnet:

- d) die aufgrund von Kurvenfahrten resultierenden Drehzahlunterschiede werden anhand eines Kurvenmodells ermittelt und in der zentralen Recheneinheit (6) gespeichert,
- e) durch die zentrale Recheneinheit (6) wird die Kontrollfunktion durch Verarbeitung der anhand des Kurvenmodells ermittelten Drehzahlunterschiede abgeändert,
- f) durch das Ausgangssignal wird angezeigt, ob in einem oder mehreren der Kraftfahrzeugreifen ein unzulässiger Luftdruck vorliegt.

### 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet:

- zum Ausgleich von Fertigungstoleranzen der Kraftfahrzeugreifen wird eine Geradeausfahrt durchgeführt, wobei die dabei ermittelten Drehzahlwerte in der zentralen Recheneinheit (6) gespeichert werden,
- durch die zentrale Recheneinheit (6) wird die Kontrollfunktion durch Verarbeitung der anhand der Geradeausfahrt ermittelten Drehzahlwerte abgeändert.

### 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet:

- durch das von der zentralen Recheneinheit (6) abgegebene Ausgangssignal wird eine Anzeigeeinheit (5) angesteuert.

### 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet:

- es werden zusätzliche fahrzeugspezifische Meßgrößen bestimmt und der zentralen Recheneinheit (6) zugeführt,
- durch die zentrale Recheneinheit (6) wird die Kontrollfunktion durch Verarbeitung der zusätzlichen fahrzeugspezifischen Meßgrößen abgeändert.

### 5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet:

- als zusätzliche fahrzeugspezifische Meßgrößen werden der Lenkwinkel, die Beladung, die Beschleunigung oder die Absolutgeschwindigkeit mittels geeigneter Sensoren bestimmt.

### 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Verfahren zur Luftdruckkontrolle von Kraftfahrzeugreifen mit einem ABS-Auswerteverfahren oder ASR-Auswerteverfahren kombiniert wird.

Hierzu 1 Seite Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

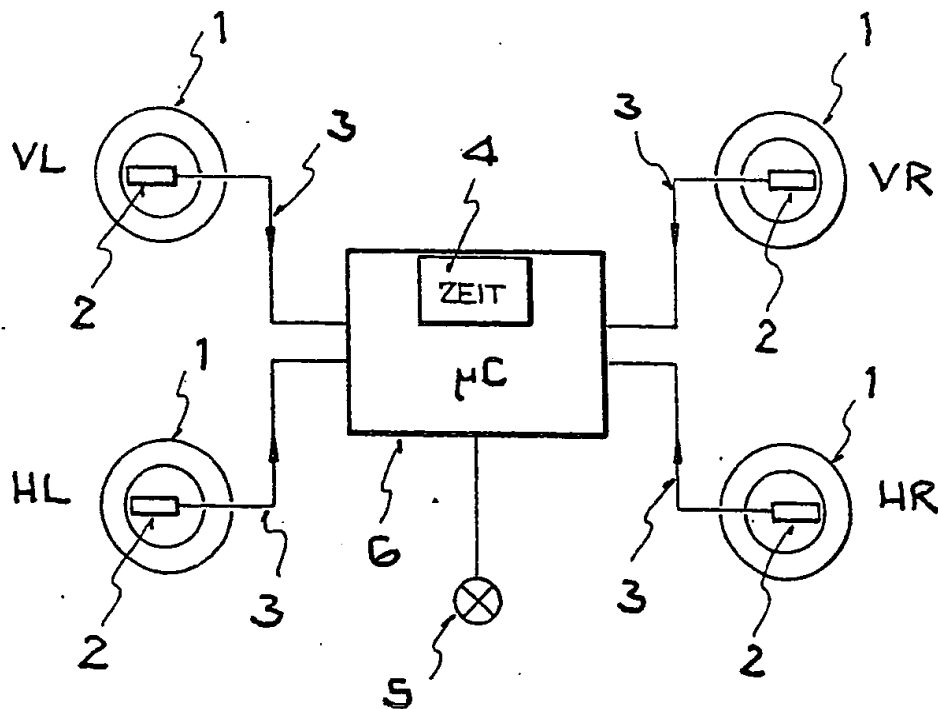


FIG.